



Gouvernement du Québec  
Services de protection  
de l'environnement

M. Roger Fortin

ETUDE DES LACS

WILLIAM ET JOSEPH

Bassin de la rivière Bécancour

ETUDE DES LACS WILLIAM ET JOSEPH

---

Bassin de la rivière Bécancour

SERVICES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Recherches et Planification

Juillet 1977

Claudette Journault Dupont, Biologiste  
Francine Richard, Biologiste

Le lac William connaît des problèmes d'eutrophisation de ses eaux. Une étude portant sur les causes de l'eutrophisation de ce lac, réalisée par nos services a démontré les faits suivants : premièrement, le phosphore est l'élément limitant la croissance des algues, et deuxièmement, le tronçon de la rivière Bécancour, comprenant l'étang Stater Pond, le lac à la Truite et la rivière au Pin, contribue pour 42% des charges en phosphore entrant dans le lac William. Le pourcentage restant des apports en phosphore provient des municipalités de Thetford Mines, Black Lake et des riverains du lac William dont la municipalité de Bernierville; cette dernière municipalité n'étant responsable que d'environ 6% des charges en phosphore. Avant d'adopter d'éventuelles mesures correctives pour ces municipalités, il apparaît essentiel d'établir la part de responsabilité, en terme de contribution des charges en phosphore, de chacun des trois plans d'eau ci-haut mentionnés.

Les Services de protection de l'environnement, direction de la Connaissance de la qualité du milieu ont donc entrepris une étude complémentaire à ce rapport qui vise à définir avec précision la part de responsabilité des activités ou ouvrages en amont du lac William et comptant ainsi être en mesure d'établir un plan correctif approprié dans les mois qui suivent.

Yves-L. Pagé, ing., M.Sc.  
Directeur, Connaissance  
de la qualité du milieu

JUILLET 1977

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de l'étude des lacs William et Joseph par leur participation active sur le terrain ou au laboratoire, particulièrement mesdames Ruth Lamontagne et Micheline Vallée.

Nous voudrions remercier de plus monsieur Justin Brouillette du Service des relevés, division de l'hydrographie et monsieur Jean-Paul Boucher du Service de l'hydrométrie du ministère des Richesses naturelles.

Claudette Dupont, biologiste

Françoise Richard, biologiste

## TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Remerciements .	
Introduction	1
I. Caractéristiques biophysiques des lacs William et Joseph	3
A) Description du bassin	3
B) Caractéristiques morphologiques des lacs William et Joseph	5
C) Utilisation des lacs William et Joseph	5
II. Echantillonnage	8
A) Echantillonnage aux stations permanentes	8
B) Echantillonnage intensif des lacs William et Joseph	11
1. Etudes physico-chimiques et bactériologiques	11
2. Etudes biologiques	11
C) Méthode d'échantillonnage et d'analyse des paramètres biologiques	13
1. Phytoplancton	13
2. Benthos	16
III. Théorie de l'interprétation des résultats	17
A) Etudes physico-chimiques et bactériologiques	17
B) Etudes biologiques	17

IV. Qualité de l'eau des lacs William et Joseph	21
A) Aspects physico-chimiques et bactériologiques	21
1. O.D.	21
2. D.B.O. <sub>5</sub>	22
3. pH	22
4. Couleur vraie	23
5. Turbidité	23
6. Alcalinité	23
7. Azote	25
8. Qualité bactériologique	26
B) Aspects biologiques	26
1. phytoplancton	27
2. Benthos	28
3. Test de fertilité	
V. Influence des déversements de la municipalité de Bernierville et des riverains sur la qualité de l'eau du lac William	34
A) Etude des apports en phosphore	34
1. Modèle utilisé	34
2. Charge de Bernierville et des riverains du lac William	36
3. Charge du bassin de drainage aux différentes stations permanentes échantillonnées	36
4. Application du modèle III de Dillon	37
5. Importance des apports dans le lac Joseph	40
B) Estimation théorique des charges en phosphore en amont du lac William	41
C) Etude des apports en D.B.O.	43
1. Influence des rejets de Bernierville déversés après traitement primaire sur la D.B.O. au niveau de l'entrée du lac Joseph	43

2. Influence d'un traitement secondaire ou tertiaire sur la D.B.O. à l'entrée du lac Joseph	44
Conclusions	45
A) Situation géographique des lacs William et Joseph	45
B) Qualité de l'eau des lacs William et Joseph	46
C) Apports	49
Bibliographie	55
Annexe I : Glossaire des termes techniques	58
Annexe II : Courbes des paramètres physico-chimiques et biologiques	65

## INTRODUCTION

Les lacs William et Joseph appartiennent au bassin de la rivière Bécancour. Les paysages qui les entourent, formés de terres agricoles et forestières, et le relief accentué de la vallée, sont d'une beauté remarquable et confèrent à cette région un intérêt récréatif important.

Le niveau trophique élevé du lac William qui se révèle par l'apparition annuelle du phénomène de fleurs d'eau (bloom), nuit cependant à son développement et à son utilisation par les riverains. De surcroît ce problème risque de s'étendre au lac Joseph, situé en aval.

Les Services de protection de l'environnement, conscients de ces problèmes, ont entrepris une étude des causes d'eutrophisation du lac William et des solutions possibles pour améliorer la qualité de ses eaux.

Le programme d'étude réalisé au cours de la période estivale 1976 a comporté deux phases :

1. Détermination du niveau trophique du lac William grâce à des inventaires physico-chimiques, bactériologiques et biologiques.

2. Calcul du bilan des charges (1) en phosphore du lac William. Il s'obtient à partir des apports en phosphore provenant : i) du tronçon de la rivière Bécancour situé en amont du lac William.

ii) des riverains du lac William et de la municipalité de Bernierville.

Il tient compte aussi de l'exportation des charges en phosphore du lac William vers le lac Joseph.

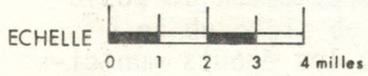
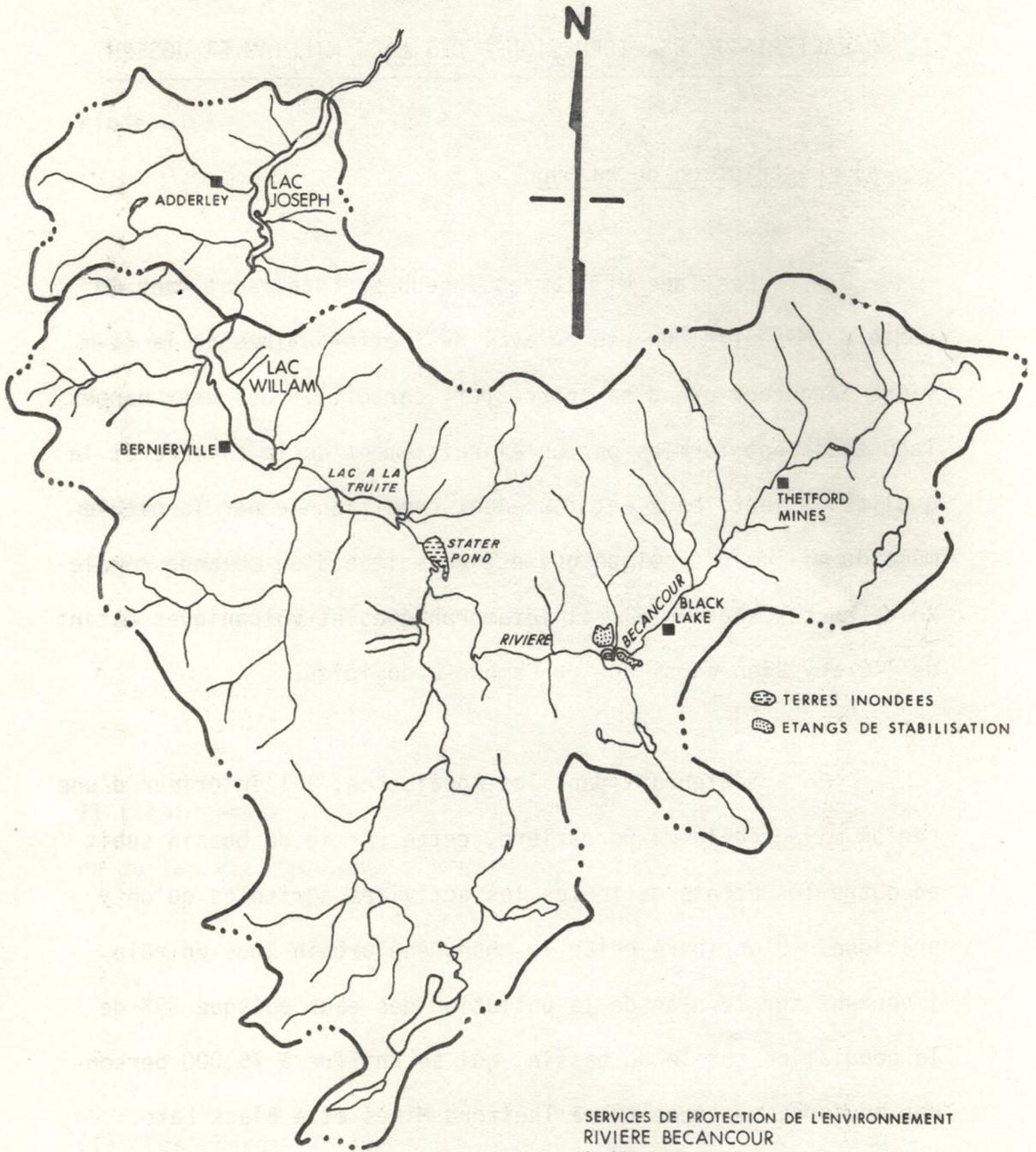
(1) Les charges en phosphore sont en fait les quantités de phosphore, calculées à partir de leurs concentrations et du débit de la rivière.

## I. CARACTERISTIQUES BIOPHYSIQUES DES LACS WILLIAM ET JOSEPH

### A) Description du bassin

Les lacs William et Joseph se localisent dans le comté de Mégantic, un peu en aval de Thetford Mines où la rivière Bécancour prend sa source (cf. carte 1). Ces deux nappes lacustres sont formées par un élargissement de la rivière et la qualité de leurs eaux est fortement conditionnée par la nature même du milieu géologique qui est constitué d'un mélange complexe de roches sédimentaires, métamorphiques et volcaniques datant de l'Ordovicien ainsi que du Cambro-ordovicien.

S'étendant dans les Appalaches, à l'intérieur d'une région mi-agricole mi-forestière, cette partie du bassin subit en outre les effets de toutes les activités agricoles qu'on y pratique. D'un autre côté, le phénomène urbain joue un rôle important sur le plan de la pollution des eaux puisque 35% de la population totale du bassin, qui se chiffre à 75,000 personnes environ, se concentre à Thetford Mines et à Black Lake. Les lacs William et Joseph subissent donc directement la pollution en provenance de ces centres urbains où les égouts municipaux et industriels sont déversés sans traitement dans la Bécancour, ainsi que des apports de la villégiature qui s'est dé-



SERVICES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT  
RIVIERE BECANCOUR  
BASSIN 0240  
BASSIN DE DRAINAGE DES LACS WILLAM  
ET JOSEPH  
CARTE : 1

veloppée sur les rives de ces lacs.

B) Caractéristiques morphologiques des lacs William et Joseph

Les renseignements fournis par les experts du Service de l'hydrographie du ministère des Richesses naturelles ont révélé que la profondeur moyenne du lac William est de 26.9 pieds, la profondeur maximale de 90 pieds, la superficie de 1.90 mille carré, le volume de 1,420 millions de pieds cubes et la longueur de près de 4 milles. Le lac Joseph a, pour sa part, une profondeur moyenne de 3.7 pieds, une profondeur maximale de 36 pieds, une superficie de 0.94 mille carré, un volume de 96 millions de pieds cubes et une longueur d'environ 6 milles.

C) Utilisation des lacs William et Joseph

Sur les rives du lac William on dénombre 190 chalets en plus de la municipalité de Bernierville. Ce développement, qui occupe 65% du périmètre du lac, se concentre principalement dans la zone ouest; en effet cette dernière est aménagée à 85% comparativement à 45% pour la zone est qui possède un littoral escarpé (Envirolab 1972). Il est à prévoir que

la rive est se développera dans les années à venir.

Le développement des rives du lac Joseph est beaucoup plus faible que celui du lac William. Aucune municipalité ne s'y est établie et les rives, occupées en majeure partie par des chalets localisés sur le côté ouest du lac, supportent une population flottante d'environ 500 personnes.

L'utilisation du lac William pour la baignade est réduite due à la pollution bactériologique de ses eaux et à l'apparence peu attirante de celles-ci lors des phénomènes de fleurs d'eau, c'est-à-dire, prolifération excessive des algues microscopiques.

Le lac William supporte des populations de dorés jaunes, brochets, perchaudes, chabots, meuniers noirs et maskinongés. Ses herbiers et principalement ceux du lac Joseph sont très utilisés pour le frai des brochets et des maskinongés. Les spécialistes du Service de la faune du ministère du Tourisme de la Chasse et de la Pêche considèrent le lac Joseph comme un important producteur d'oeufs de maskinongés; ils utilisent ses frayères comme point d'approvisionnement en oeufs de maskinongés pour l'ensemencement. (Gonthier comm. pers.)

La pêche sportive est peu importante au lac Wil-

liam; elle l'est beaucoup plus au lac Joseph et de ce fait on remarque que le club de chasse et de pêche de la région s'est installé sur ses rives.

Il faut souligner que les riverains des lacs William et Joseph ont su généralement conserver un couvert végétal suffisant pour permettre une protection des berges contre l'érosion et favoriser une fixation des matières nutritives provenant du drainage des sols. Les riverains devraient être renseignés sur les effets bénéfiques de cette pratique afin qu'ils conservent l'habitude de préserver la lisière de végétation naturelle des rives.

Nous avons remarqué que les rives des lacs William et Joseph manquent de points d'accès au public pour les fins d'activités de plein air. Il serait bon de prévoir certains aménagements permettant à la population d'utiliser le potentiel récréatif de cette région.

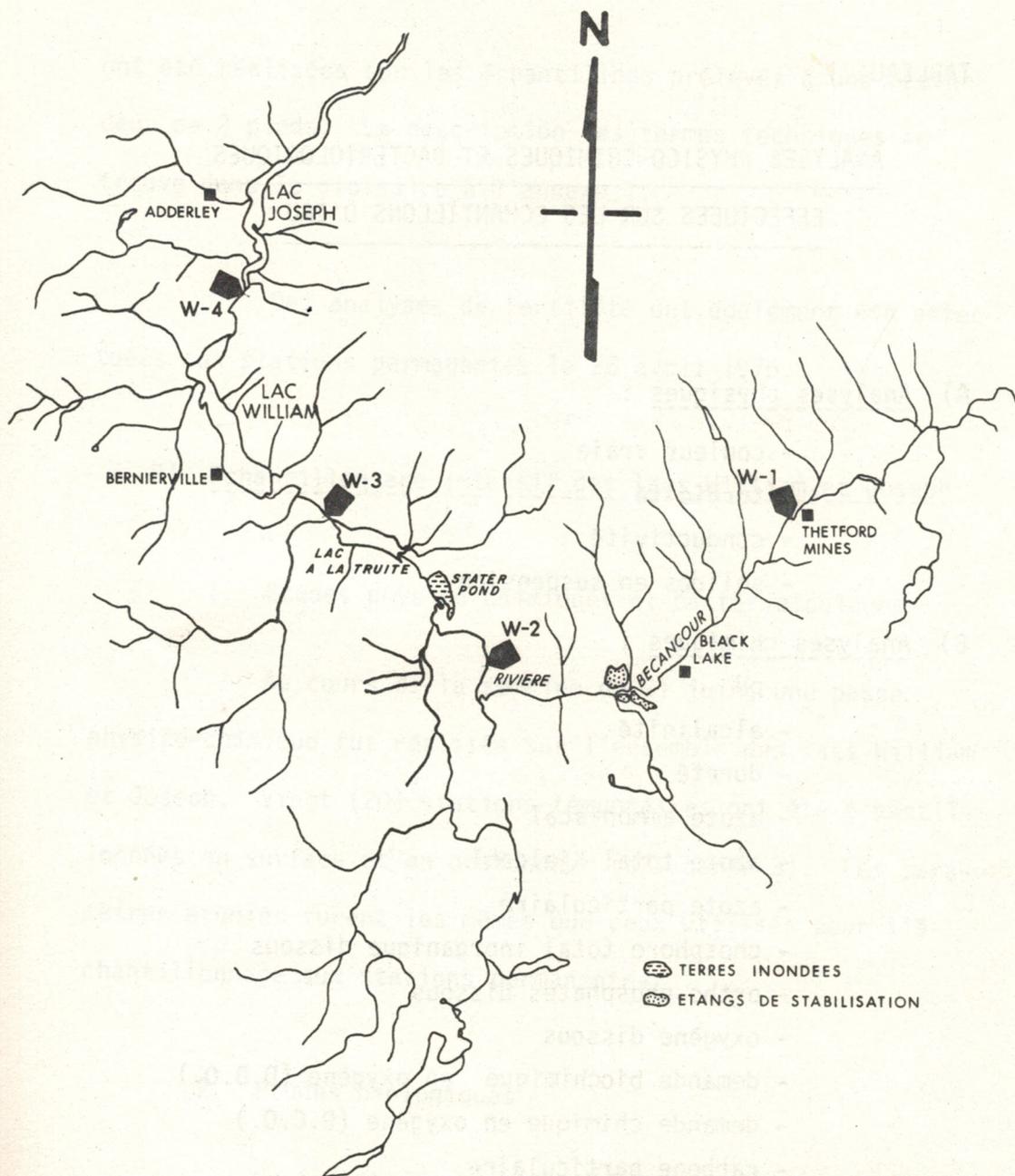
## II. ECHANTILLONNAGE

Pour les fins de l'étude, deux (2) types de stations furent utilisées. En premier lieu, nous avons établi des stations permanentes; l'emplacement de celles-ci, à des endroits stratégiques le long de la rivière Bécancour, est demeuré le même au cours de la période estivale. Elles ont permis de déterminer l'importance relative des apports en phosphore et en D.B.O., et les variations dans le temps des différents paramètres analysés. En second lieu des stations temporaires, dont l'emplacement se limite aux lacs William et Joseph, ont servi à déterminer la qualité de leurs eaux.

### A) Echantillonnage aux stations permanentes

Un réseau de stations permanentes comprenant quatre (4) stations fut échantillonné une fois par semaine pendant la période comprise entre le 26 avril et le 26 août. La première station était située au niveau de Thetford Mines, la seconde à l'entrée du lac à la Truite, la troisième à l'entrée du lac William et la quatrième à la sortie du lac William. (cf. carte 2).

Les analyses, dont la liste apparaît au tableau 1,



 TERRES INONDEES  
 ETANGS DE STABILISATION

ECHELLE   
 0 1 2 3 4 miles

SERVICES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT  
 RIVIERE BECANCOUR  
 BASSIN 0240  
 ETUDE DES LACS WILLIAM ET JOSEPH  
 EMPLACEMENT DES STATIONS PERMANENTES  
 CARTE : 2

## TABLEAU 1

ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES  
EFFECTUEES SUR LES ECHANTILLONS D'EAU

A) Analyses physiques :

- couleur vraie
- turbidité
- conductivité
- solides en suspension

B) Analyses chimiques :

- pH
- alcalinité
- dureté
- azote ammoniacal
- azote total Kjeldahl
- azote particulaire
- phosphore total inorganique dissous
- ortho-phosphates dissous
- oxygène dissous
- demande biochimique en oxygène (D.B.O.)
- demande chimique en oxygène (D.C.O.)
- carbone particulaire

C) Analyses bactériologiques :

- coliformes
- coliformes fécaux

ont été réalisées sur les échantillons prélevés à une profondeur de 2 pieds. La description des termes techniques se trouve dans le glossaire à l'annexe I.

Des analyses de fertilité ont également été effectuées aux stations permanentes le 26 avril 1976.

## B) Echantillonnage intensif des lacs William et Joseph

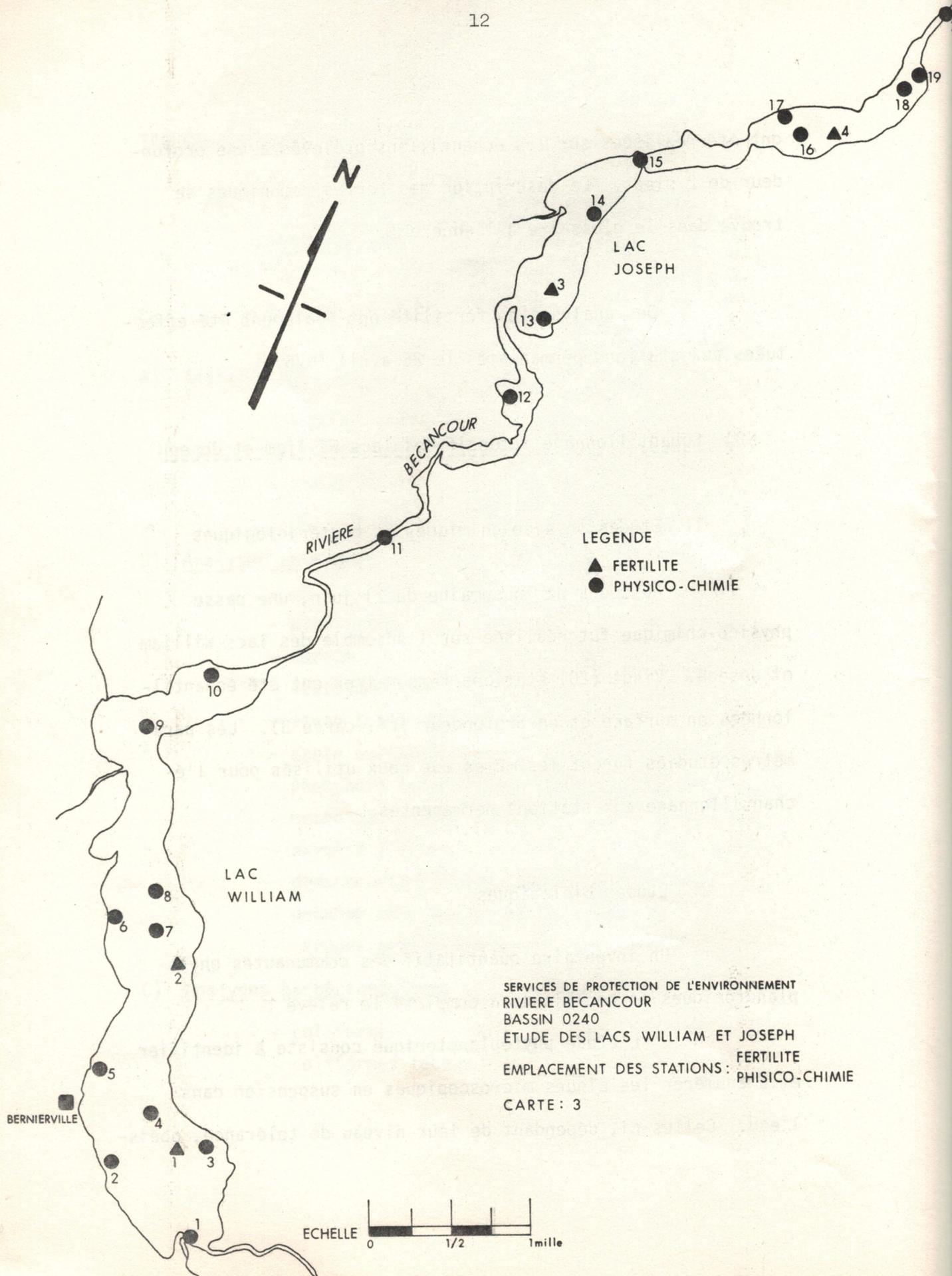
### 1. Etudes physico-chimiques et bactériologiques

Au cours de la semaine du 21 juin, une passe physico-chimique fut réalisée sur l'ensemble des lacs William et Joseph. Vingt (20) stations temporaires ont été échantillonnées en surface et en profondeur (cf. carte 3). Les paramètres étudiés furent les mêmes que ceux utilisés pour l'échantillonnage aux stations permanentes.

### 2. Etudes biologiques

Un inventaire quantitatif des communautés phytoplanctoniques et benthiques a complété le relevé :

- L'étude phytoplanctonique consiste à identifier et à énumérer les algues microscopiques en suspension dans l'eau. Celles-ci, dépendant de leur niveau de tolérance, obéis-



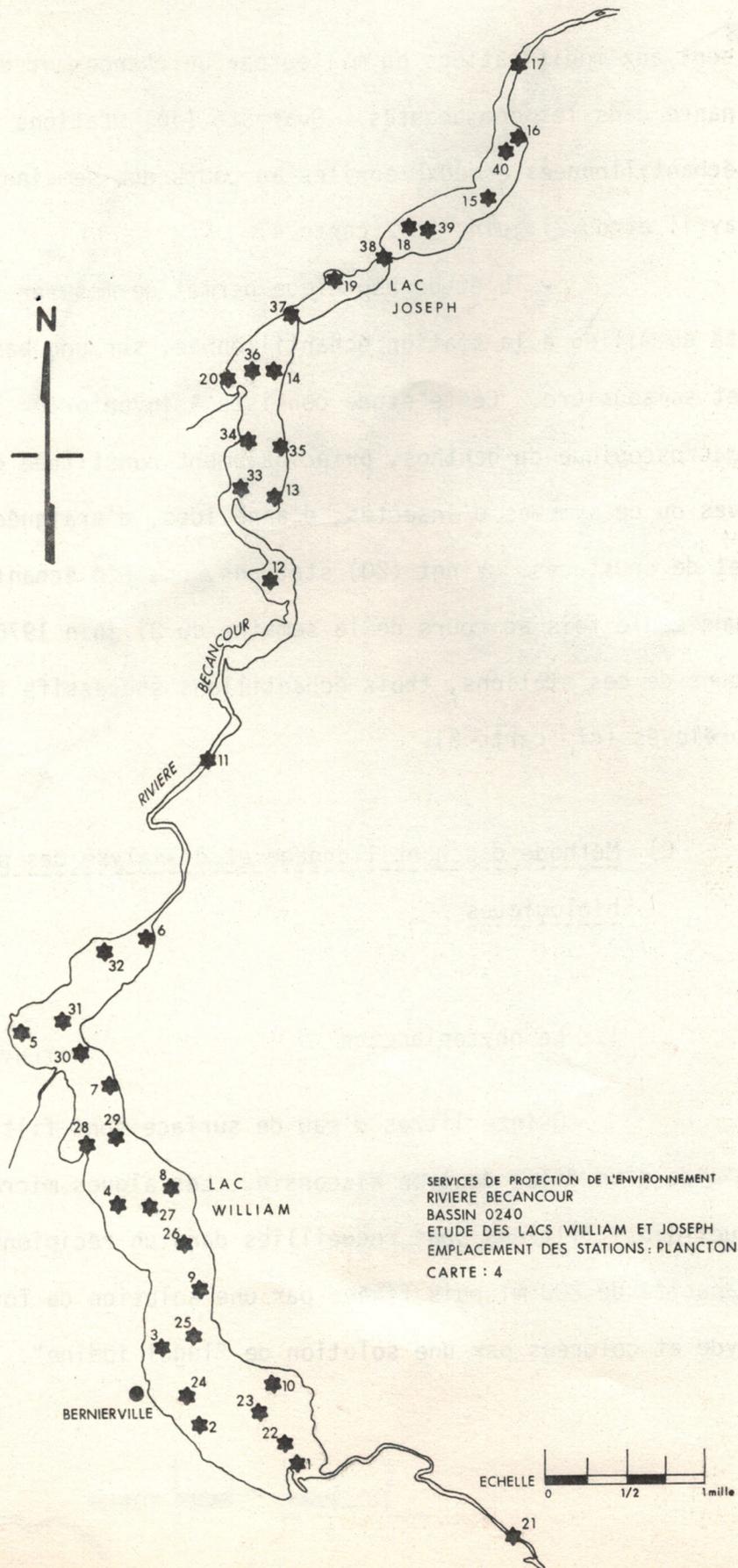
sent aux modifications du milieu par un changement de dominance dans les communautés. Quarante (40) stations furent échantillonnées à deux reprises au cours des semaines du 26 avril et du 21 juin. (cf. carte 4)

- L'étude benthique permet de mesurer la qualité du milieu à la station échantillonnée, sur une base locale et saisonnière. Cette étude consiste à inventorier la faune macroscopique du benthos, principalement constituée de larves ou de nymphes d'insectes, d'annélides, d'araignées d'eau et de crustacés. Vingt (20) stations, ont été échantillonnées une seule fois au cours de la semaine du 21 juin 1976; à chacune de ces stations, trois échantillons successifs furent prélevés (cf. carte 5).

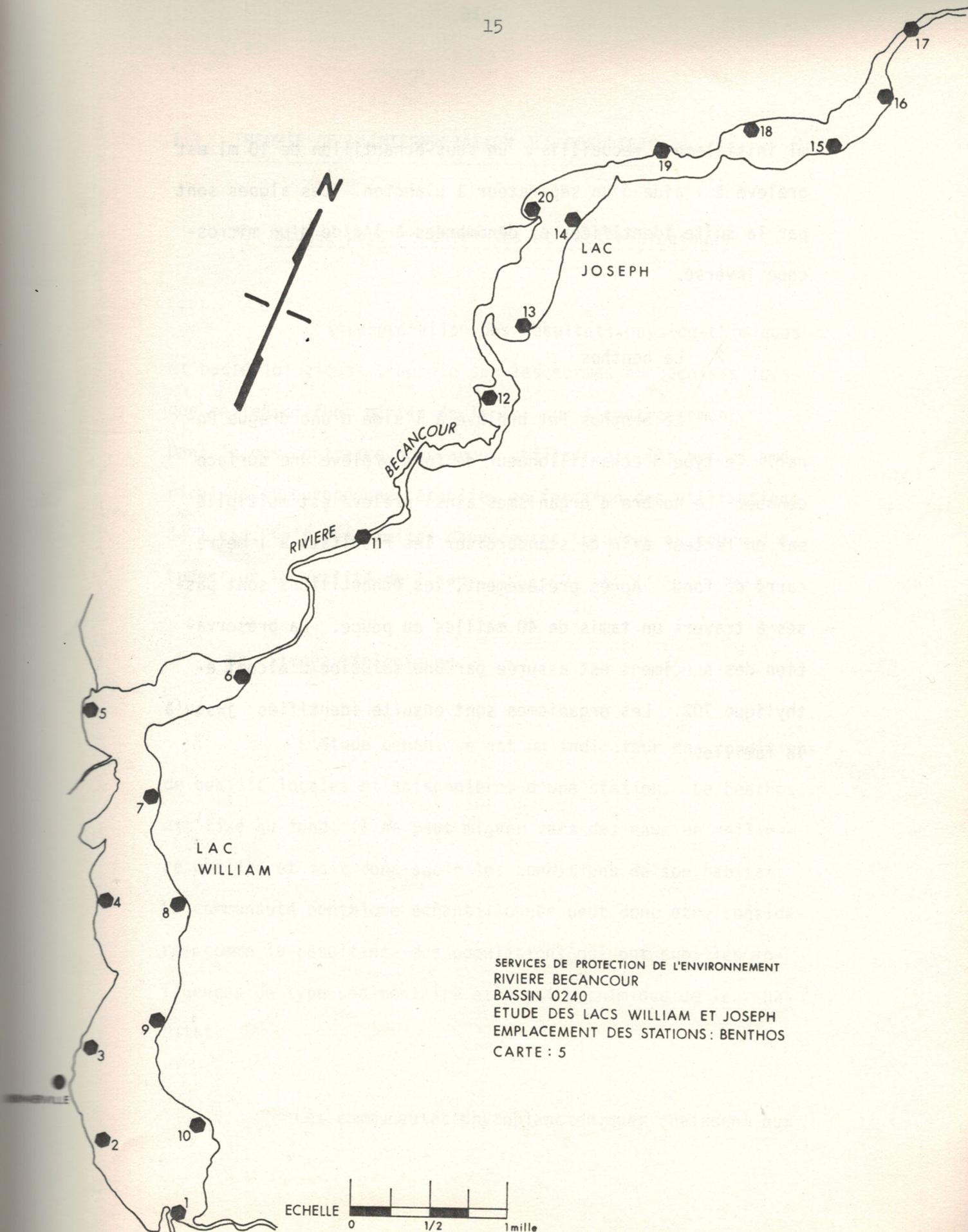
### C) Méthode d'échantillonnage et d'analyse des paramètres biologiques

#### 1. Le phytoplancton

Quinze litres d'eau de surface sont filtrés à l'aide d'un filet de type Wisconsin. Les algues microscopiques ainsi filtrées sont recueillies dans un récipient d'une capacité de 200 ml puis fixées par une solution de formaldéhyde et colorées par une solution de "lugol iodine". Des 200



SERVICES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT  
RIVIERE BECANCOUR  
BASSIN 0240  
ETUDE DES LACS WILLIAM ET JOSEPH  
EMPLACEMENT DES STATIONS: PLANCTON  
CARTE : 4



ml initialement recueillis, un sous-échantillon de 10 ml est prélevé à l'aide d'un séparateur à plancton. Les algues sont par la suite identifiées et dénombrées à l'aide d'un microscope inversé.

## 2. Le benthos

Le benthos fut prélevé à l'aide d'une drague Ponar. Ce type d'échantillonneur de fond prélève une surface connue. Le nombre d'organismes ainsi prélevé est multiplié par un facteur afin de standardiser les résultats à 1 mètre carré de fond. Après prélèvement, les échantillons sont passés à travers un tamis de 40 mailles au pouce. La préservation des spécimens est assurée par une solution d'alcool éthylique 70%. Les organismes sont ensuite identifiés jusqu'à la famille.

### III. THEORIE DE L'INTERPRETATION DES RESULTATS

#### A) Etudes physico-chimiques et bactériologiques

L'interprétation des résultats physico-chimiques et bactériologiques s'appuie sur les normes québécoises lorsque celles-ci font partie de la loi sur l'environnement. Dans le cas contraire nous avons utilisé soit les normes américaines et européennes établies en fonction des utilisations de l'eau, soit des limites dangereuses trouvées au cours d'études sur la qualité de l'eau.

#### B) Etudes biologiques

L'étude benthique est un indicateur des conditions de qualité locales et saisonnières d'une station. Le benthos est fixé au fond; il ne peut migrer vers des eaux de meilleure qualité et doit donc subir les conditions de son habitat. La communauté benthique échantillonnée peut donc être considérée comme la résultante des populations qui ont subi les influences de type sédimentaire et physico-chimique de leur habitat.

Les communautés phytoplanctoniques obéissent aux

mêmes lois écologiques qui régissent les communautés benthiques. L'étude phytoplanctonique sert donc également à vérifier la qualité du milieu aquatique. Le phytoplancton se déplace avec le courant et a une longévité beaucoup plus courte que le benthos. Ces propriétés font que l'étude phytoplanctonique nous donne une indication des conditions qui ont prévalu durant les derniers jours sur une distance de quelques milles de la station échantillonnée.

La sensibilité des organismes qui composent les communautés benthiques et phytoplanctoniques, leur diversité ainsi que leur dominance nous ont servi de critères pour évaluer le niveau trophique des lacs William et Joseph.

La sensibilité : Les organismes ne répondent pas tous de la même façon aux variations de leur habitat. Certains sont sensibles alors que d'autres peuvent facilement supporter une détérioration du milieu. Un facteur écologique négatif transforme les communautés en éliminant les organismes sensibles et en favorisant le peuplement des organismes tolérants. Ces derniers accroissent leur population en remplissant les niches écologiques laissées libres par les organismes sensibles disparus.

La diversité : Le rapport entre le nombre d'espèces et l'importance des individus est appelé "indice de diversité des espèces". Selon Wilhm et Doris, la mesure de l'indice de diversité est une bonne façon de déceler et d'évaluer la détérioration d'un milieu aquatique. Le calcul de l'indice de diversité est basé sur le principe de Thienemann qui veut que lorsque les conditions du milieu sont favorables on trouve de nombreux groupes taxonomiques, chacun d'entre eux étant représenté par un petit nombre d'individus. L'indice de diversité est alors élevé. Lorsque les conditions du milieu sont défavorables, on ne rencontre qu'un petit nombre de taxons, chacun d'entre eux étant représenté par un grand nombre d'individus. La stabilité de la communauté s'en trouve affectée, la chaîne alimentaire étant simplifiée. L'indice de diversité est alors faible.

L'indice de diversité calculé à partir de la relation de Shanner et Weaner, s'exprime ainsi :

$$\bar{H} : - \sum P_i (\log_2 P_i)$$

où  $P_i : N_i/N$

$N_i : \text{Nombre d'individus d'une espèce}$

$N : \text{Nombre total d'individus}$

Les courbes représentant le nombre de familles/m<sup>2</sup> ainsi que le

nombre moyen d'individus par famille/m<sup>2</sup> sont également utilisées pour évaluer la diversité d'une communauté benthique. Pour la communauté phytoplanctonique on se sert du nombre de genres/litre et du nombre moyen d'organismes par genre / litre.

La dominance : La dominance est un indice de la présence d'un taxon par rapport à la communauté. Elle s'exprime comme suit :

$$C = \sum (N_i/N)^2$$

où  $N_i$  : Nombre d'individus d'une espèce

$N$  : Nombre d'individus total

Les courbes représentant l'indice de dominance, le nombre d'Oligochètes/m<sup>2</sup>, le pourcentage d'Oligochètes/m<sup>2</sup> sont utilisées dans l'étude de la dominance dans une communauté.

#### IV. QUALITE DE L'EAU DES LACS WILLIAM ET JOSEPH

Les résultats des études physico-chimiques, bactériologiques et biologiques analysés dans ce chapitre se retrouvent dans l'annexe II.

##### A) Aspects physico-chimiques et bactériologiques

1. O.D. : Les concentrations moyennes d'oxygène dissous à l'entrée des lacs William et Joseph atteignent 9.0 mg/l. L'oxygène dissous à l'entrée du lac William (W3) subit une baisse progressive au cours de la période du mois d'avril au mois d'août. La concentration en surface ne varie que très légèrement de l'entrée du lac William à la décharge du lac Joseph. Les variations maximales enregistrées ne dépassent pas 0.7 mg/l.

2. D.B.O.<sub>5</sub> : Dans le lac William, les concentrations maximales d'oxygène nécessaires pour dégrader la matière organique (D.B.O.<sub>5</sub>) sont enregistrées au niveau de Bernierville soit aux stations 2 et 5; ces concentrations varient de 1.3 à 1.9 mg/l. Le même phénomène se produit au lac Joseph. Les plus fortes demandes biologiques en oxygène se situent près de la décharge du lac au niveau de l'emplacement de plusieurs

habitations du côté nord-est. Le calcul des charges en D.B.O.<sub>5</sub> au niveau de la station W4 a montré que le rapport qui existe entre ces valeurs et l'oxygène dissous disponible à cette station est en moyenne de 1.34% au cours de l'année. En période d'étiage, il atteint cependant 14.34%. Ces faibles pourcentages signifient que le problème du lac William n'est pas en rapport avec des charges organiques utilisatrices d'oxygène dissous.

3. pH : Les pH enregistrés aux lacs William et Joseph lors de la passe du 21-06-76 subissent de très minimes variations. Aux stations permanentes W3 et W4 on enregistre cependant des fluctuations importantes du pH. En effet, en certaines périodes nous obtenons des pH alcalins allant jusqu'à 9. Ces valeurs élevées peuvent s'expliquer par une captation de CO<sub>2</sub> en périodes de fortes concentrations d'algues.

4. Couleur vraie : Les résultats de la couleur vraie mesurée lors de la passe du 21-06-76 n'existent que pour le lac Joseph. Ils sont relativement élevés; ils dépassent l'objectif de 15 unités fixé pour les eaux utilisées à des fins récréatives.

La valeur moyenne de la couleur

à l'entrée du lac William (W3) est de 40 unités et à la sortie (W4) de 29 unités. La diminution peut être due à un phénomène de floculation des particules en suspension qui sédimentent au niveau du lac William. De ce fait on enregistre une baisse moyenne de la turbidité de W3 (18 J.T.U.) à W4 (8 J.T.U.)

5. Turbidité : Les résultats de turbidité enregistrés, sauf quelques exceptions, ne dépassent pas 25 J.T.U. valeur acceptable pour les milieux productifs.

6. Alcalinité : Les valeurs moyennes d'alcalinité varient de 46 à 57 unités de l'entrée à la sortie du lac William. D'après la classification du tableau 2 on se situe dans un milieu à productivité moyennement élevée.

La variation spatio-temporelle de l'alcalinité est très faible ce qui est favorable à la vie aquatique.

7. Azote : L'azote est un élément majeur favorisant l'eutrophisation des lacs, particulièrement sous forme de nitrates et nitrites et d'azote ammoniacal. Sous forme de nitrates et de nitrites, l'azote contenu dans les lacs William et Joseph est en général peu important et correspond à une

TABLEAU 2

RELATION ENTRE L'ALCALINITE ET LA PRODUCTIVITE DE POISSONS .

<u>Alcalinité</u>	<u>Productivité</u>
0 - 20 ppm	Faible
21 - 40 ppm	Moyennement faible
41 - 90 ppm	Moyennement élevée
91 ppm - +	Élevée

eau d'excellente qualité c'est-à-dire dont la concentration est inférieure à la norme de .2 mg/l N (Klein 1959). Cependant dans le lac William, la zone immédiatement en aval de Bernierville dépasse cette norme et les valeurs enregistrées peuvent atteindre .32 mg/l N. En ce qui concerne l'azote ammoniacal les concentrations enregistrées sont de l'ordre de .10 mg/l N dans les deux lacs. Cette valeur est inférieure à la concentration de .2 mg/l N qui permet de déceler la présence d'égouts sanitaires.

En général on observe une baisse de l'azote sous forme de nitrates et nitrites dans le lac Joseph sans doute due à une absorption au niveau végétal.

#### 8. Qualité bactériologique :

Les quantités les plus importantes de bactéries coliformes totales et de bactéries coliformes d'origine fécale mesurées dans les lacs William et Joseph se situent au niveau de Bernierville et à la décharge du lac William en face des chalets riverains du côté nord-est. La qualité bactériologique des eaux du lac William est donc affectée par les rejets de la municipalité de Bernierville de même que par l'utilisation, par les riverains, de fosses septiques inadéquates. Une étude effectuée par la firme "Envirolab" (1974) a déterminée que 88.9% des installations riveraines du lac Wil-

liam sont classifiées C. Cette catégorie regroupe les installations comportant des vices très importants de construction ou de localisation; elles peuvent donc constituer un foyer de pollution.

## B) Aspects biologiques

### Phytoplancton

le passe :

- i) le nombre d'algues/litre est très faible; les quelques pics enregistrés ne sont pas supérieurs à 34,000 algues/litre et se rencontrent dans des baies où l'eau subit un ralentissement de la vitesse du courant de même qu'un réchauffement.

- ii) au lac William on observe une augmentation de la dominance dans la zone immédiatement aval de Bernierville. En effet la dominance très faible en général (.2) atteint des valeurs allant jusqu'à .65 dans la zone aval de Bernierville. La diversité réagissant à l'opposé de la dominance atteint, en aval de Bernierville des valeurs plus faibles soit de l'ordre de 1.3.

- iii) au lac Joseph, la dominance

est supérieure à celle du lac William, les valeurs enregistrées dépassant 0.3

2e passe : Le nombre d'algues par litre trouvé au lac Joseph est supérieur à celui du lac William. Le type d'algues rencontré en plus grand nombre, appartient à celui de la formation de fleurs d'eau (bloom), il s'agit des Noctoc, Oscillatoria, etc...

## 2. Benthos :

lac William : i) au lac William on remarque que la station la plus dégradée correspond à la station 3 soit celle qui reçoit les rejets de Bernierville. On y dénombre le plus fort pourcentage d'Oligochètes/m<sup>2</sup> (90%). Cette dominance a pour conséquence une diminution de la diversité qui atteint la valeur minimale de 1.0.

ii) la rive est (face à Bernierville) montre des signes de détérioration du sud vers le nord. En effet les Oligochètes et les Chironomides dominent les échantillons entraînant une baisse de la diversité.

iii) de façon générale la dominance tend à augmenter de l'entrée du lac William à sa décharge dans le lac Joseph et conséquemment la diversité tend à diminuer selon le même axe.

lac Joseph : Au lac Joseph on remarque une détérioration à la décharge du lac. Cette détérioration décelée par une augmentation de la dominance des Oligochètes et des Chironomides provient sans doute d'installations septiques inadéquates des résidences du côté nord-est du lac.

### 3. Test de fertilité :

Le test de fertilité dont la méthodologie est décrite dans l'article de Keighan et Couture 1975 permet de déterminer premièrement le potentiel de fertilité de l'eau échantillonnée, deuxièmement le facteur limitant entre l'azote et le phosphore et troisièmement de déceler la présence de substances toxiques.

Les résultats contenus au tableau 3 démontrent clairement que, dans le cas de la station W1, les concentrations de matières nutritives (P,N.) sont tellement fortes qu'aucun ajout ne produit une croissance d'algues significativement différente de celle enregistrée dans le milieu naturel. Aux stations W2, W3 et W4 l'ajout de phosphore produit une croissance d'algues supérieure à celle du milieu naturel. Le phosphore peut donc être considéré comme le facteur limitatif primaire, l'azote étant le facteur limitatif secondaire comme le démontre l'ajout d'un mélange de phosphore (P) et d'azote (N).

Keighan et Couture 1975, ont éta-

TABLEAU 3

POTENTIEL DE FERTILITE DE L'EAU DE LA RIVIERE BECANCOUR

---

Station	F <sup>a</sup>	N <sup>b</sup>	P <sup>c</sup>	NP <sup>d</sup>
W1	63	62	60	80
W2	8.8	7.1	24	56
W3	2.4	3.3	13	58
W4	3.2	3.5	15	53

- a) F : potentiel de fertilité mesuré
- b) N : potentiel de fertilité de l'eau enrichie en azote
- c) P : potentiel de fertilité de l'eau enrichie en phosphore
- d) NP : potentiel de fertilité de l'eau enrichie d'un mélange azote et phosphore

bli une classification à l'aide des valeurs des indices de production (cf. tableau 4). Se référant à cette classification, les stations échantillonnées appartiennent pour W1 à un milieu de production extrêmement élevée et pour W2, W3 et W4 à des milieux de production modérément élevée. D'après la classification de Green Maloney et Miller 1974 (tableau 5) le lac William peut être classé comme méso-eutrophe.

Les potentiels de fertilité théoriques (tableau 6) démontrent qu'aucun effet de toxicité n'est apparent aux quatre stations échantillonnées.

TABLEAU 4

## CLASSIFICATION DES NIVEAUX D'ENRICHISSEMENT EN SUBSTANCE NUTRITIVES DISPONIBLES \*

0.2 à 0.8	mg d'algues / l	:	production moyenne
0.81 à 6	mg d'algues / l	:	production modérément élevée
> 6	mg d'algues / l	:	production élevée

\* Keigham et Couture 1975

TABLEAU 5

CLASSIFICATION DES LACS SELON GREEN, MALONEY ET MILLER

Production d'algues :

0 - 0.1 mg / l : Oligotrophe

0.1 - 0.8 mg / l : Oligo-mésotrophe

0.8 - 6.0 mg / l : Mésotrophe

> 6.0 mg / l : Eutrophe

TABLEAU 6

POTENTIEL THEORIQUE DES EAUX DE LA RIVIERE BECANCOUR

---

Stations	$FN_{ti}^a$	$FN_t^b$	$FM^c$	$FP_{ti}^d$	$F_{PO_4}^e$
W1	26	88	63	87	72
W2	18	35	9	17	12
W3	21	39	2	13	5
W4	14	25	3	7	5

- a)  $FN_{ti}$  : potentiel de fertilité théorique (N total inorganique)
- b)  $FN_t$  : potentiel de fertilité théorique (N total)
- c)  $FM$  : potentiel de fertilité mesuré
- d)  $FP_{ti}$  : potentiel de fertilité théorique (P total inorganique)
- e)  $F_{PO_4}$  : potentiel de fertilité théorique ( $PO_4$ )

V. INFLUENCE DES DEVERSEMENTS DE LA MUNICIPALITE DE  
BERNIERVILLE ET DES RIVERAINS SUR LA QUALITE DE  
L'EAU DU LAC WILLIAM

A) Etude des apports en phosphore

1) modèle utilisé

Nous avons estimé vers quel niveau trophique se dirige le lac William, compte tenu des apports en phosphore qu'il reçoit, en utilisant le modèle III de Dillon (1974). Les apports en phosphore considérés dans cette étude sont ceux de Thetford Mines, de Black Lake, de Bernierville et des riverains du lac William.

La relation mathématique de Dillon s'exprime ainsi :

$$L_p (1-R) / \rho \text{ vs } Z \quad \text{où}$$

$L_p$  : charge spécifique annuelle de phosphore par mètre carré de surface d'un lac

$R$  : coefficient de rétention du phosphore dans un lac

$\rho$  : taux de renouvellement des eaux du lac

$Z$  : profondeur moyenne d'un lac

Le paramètre  $L_p (1-R) / \rho$  tient compte de la charge spécifique qui se calcule à l'aide des concentrations en phosphore

à une station donnée et des débits à cette même station, du taux de rétention du phosphore du lac et du taux de renouvellement des eaux du lac.

Les charges spécifiques en phosphore ( $L_p$ ) utilisées dans cette étude proviennent des concentrations enregistrées aux stations permanentes. Le coefficient de rétention du phosphore ( $R$ ) dans le lac se calcule d'après la relation

suivante :  $R_{exp} : 1 - \frac{q_a [P]_a}{q_i [P]_i}$  où

$q_a$  : débit à la décharge du lac (station W4)

$q_i$  : débit à l'entrée du lac (station W3)

$[P]_a$  : concentrations de phosphore à la décharge du lac (station W4)

$[P]_i$  : concentrations de phosphore à l'entrée du lac (station W3)

Le taux de renouvellement des eaux du lac ( $\rho$ ) est l'inverse du temps de séjour ( $1/t_s$ ) des eaux dans un lac, qui est obtenu en divisant le volume du lac par le débit moyen annuel.

Le débit moyen annuel provient des données de l'année hydrologique octobre 1975 à septembre 1976 et est estimé pour la station W3 à l'entrée du lac William. Les concentrations en phosphore utilisées pour les calculs de charge proviennent de la moyenne des sommations du phosphore total par-

ticulaire et dissous mesuré aux stations permanentes pour la période d'échantillonnage du 26-04-76 au 26-08-76.

2) charge de Bernierville et des riverains du lac William

La charge en phosphore de Bernierville et des riverains, dans le lac William, est estimée à partir de la valeur théorique de .0030 kg/jr-ind. de phosphore total provenant des égouts pluviaux et sanitaires (Campbell, Meybeck, Tessier 1974). La population étant de 3,000 individus, la charge annuelle est donc de 3,285 kg/an.

3) charge du bassin de drainage aux différentes stations permanentes échantillonnées

Nous avons pris comme hypothèse que la charge actuelle en phosphore est la résultante des charges totales actuelles du bassin versant aux points d'échantillonnage. La charge potentielle des sédiments dans le lac William est ignorée puisqu'elle a de très faibles chances d'être remise en circulation. En effet aucun prélèvement n'a révélé la présence d'un milieu anoxique dans l'hypolimnion. Les mesures de phosphore effectuées en surface aux stations permanentes peuvent donc être considérées comme étant représentatives du phosphore apporté.

#### 4) application du modèle III de Dillon

Les moyennes de phosphore mesurées aux stations permanentes apparaissent au tableau 7 et correspondent aux points du graphique de la figure 1, illustrant le modèle III de Dillon. Chacun des apports se calcule par rapport à la surface du lac William.

Dans l'état actuel du bassin nous enregistrons entre Thetford Mines (W1) et la station W2, une diminution des charges mesurées en phosphore de l'ordre de 35%. Cette baisse peut être imputable soit à une assimilation autotrophique, soit à la sédimentation. Entre W2 et W3 nous remarquons une augmentation de 42%. La source de ces apports est difficilement identifiable. Il doit exister au niveau de l'étang de Stater Pond et du lac à la Truite une remise en solution du phosphore; en effet "Stater Pond" est constitué de terres inondées formant une source potentielle en matières nutritives dont le phosphore.

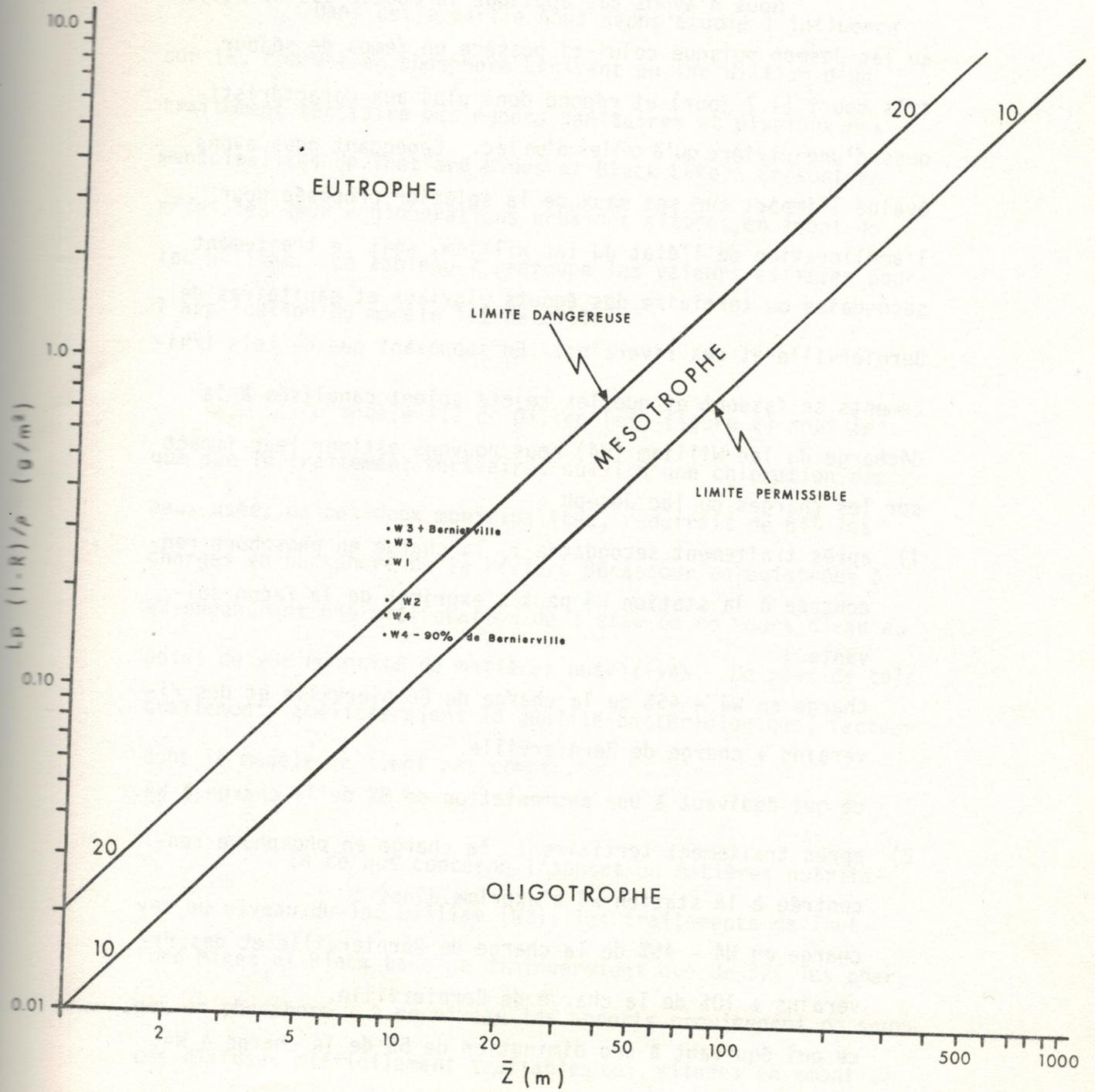
Au lac William, entre l'entrée (W3) et la sortie du lac (W4), la charge en phosphore diminue de 55%; ce pourcentage élevé de captage des matières nutritives se traduit par des phénomènes de fleurs d'eau fréquemment enregistrés. L'augmentation de charge due aux rejets sans traitement de Bernierville représente 6.6% pour les eaux du lac William (W3).

TABLEAU 7

## CHARGE EN PHOSPHORE CALCULEE POUR LA SURFACE DU LAC WILLIAM

Stations	Concentration moyenne annuelle de phosphate total (mg / l )	Charge spécifique ( g / m <sup>2</sup> - an ) Lp Lp(1-R)/P	En supposant traitements de Thetford Mines & Black Lake Lp Lp(1-R)/P
W1	0.397	9.12 12736	4.60 .138
W2	0.107	5.95 .1785	2.15 .065
W3	0.084	10.15 .3045	6.35 .191
W3 - Bernierville	-----	10.82 .3246	7.17 .211
W4	0.031	4.53 .1359	2.86 .086
W4 - 90% de Bernierville	-----	3.93 .1179	2.18 0.065

Figure: 1



## 5) importance des apports dans le lac Joseph

Nous n'avons pas appliqué le modèle III de Dillon au lac Joseph puisque celui-ci possède un temps de séjour très court (1.7 jour) et répond donc plus aux caractéristiques d'une rivière qu'à celles d'un lac. Cependant nous avons évalué l'impact sur ses eaux de la solution proposée pour l'amélioration de l'état du lac William, soit le traitement secondaire ou tertiaire des égouts pluviaux et sanitaires de Bernierville et des riverains. En supposant que de tels traitements se fassent et que les rejets soient canalisés à la décharge du lac William (W4) nous pouvons estimer leur impact sur les charges du lac Joseph :

- 1) après traitement secondaire : la charge en phosphore rencontrée à la station W4 peut s'exprimer de la façon suivante :

charge en W4 - 45% de la charge de Bernierville et des riverains + charge de Bernierville.

ce qui équivaut à une augmentation de 8% de la charge à W4.

- 2) après traitement tertiaire : la charge en phosphore rencontrée à la station W4 s'exprime ainsi :

charge en W4 - 45% de la charge de Bernierville et des riverains + 10% de la charge de Bernierville.

ce qui équivaut à une diminution de 5% de la charge à W4.

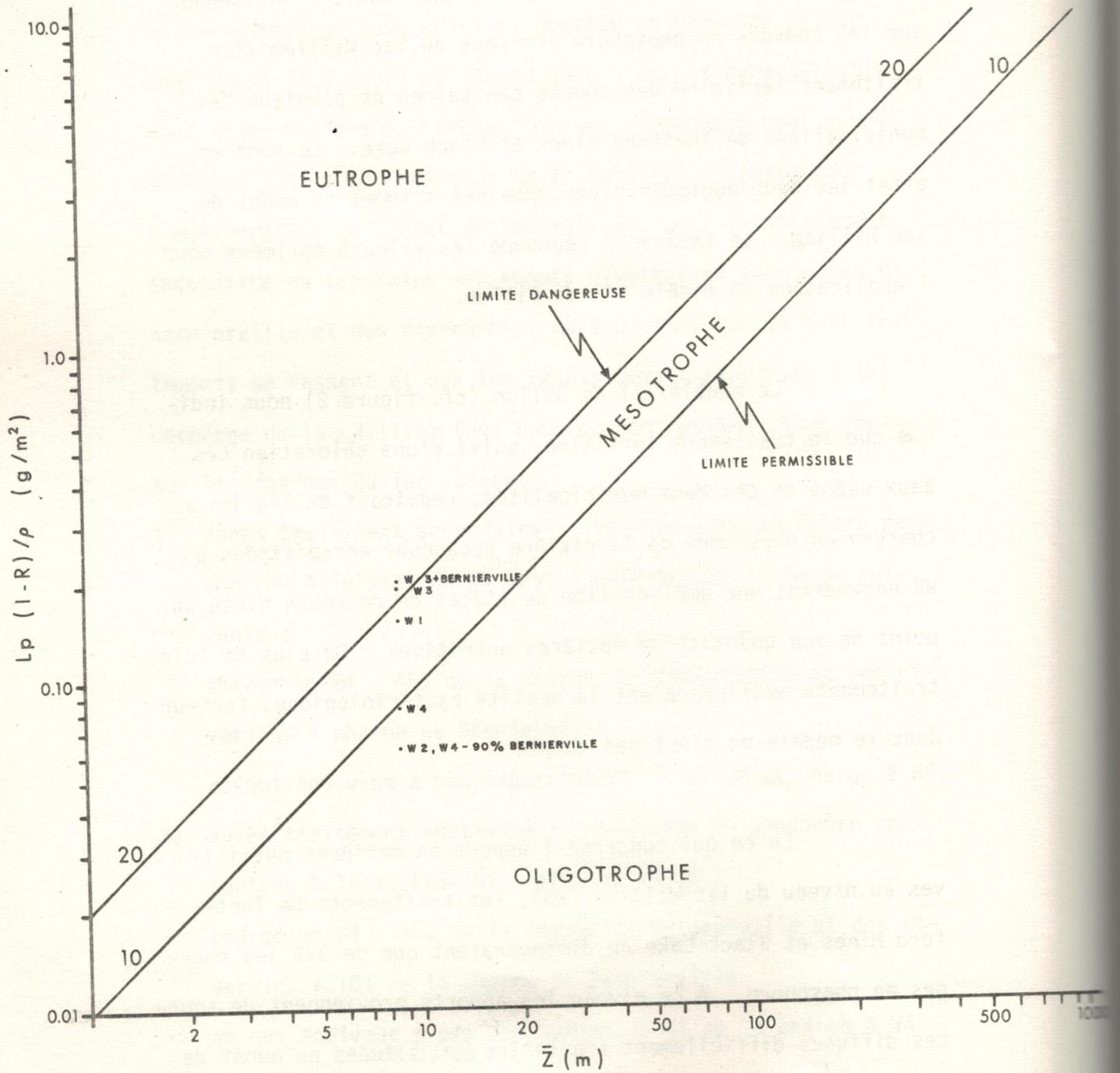
## B) Estimation des charges en amont du lac William

Dans cette partie nous avons étudié l'influence sur les charges en phosphore arrivant au lac William d'un traitement tertiaire des égouts sanitaires et pluviaux des municipalités de Thetford Mines et Black Lake. Ce sont en effet les deux agglomérations urbaines situées en amont du lac William. Le tableau 7 regroupe les valeurs estimées pour l'application du modèle III de Dillon.

Le modèle III de Dillon (cf. figure 2) nous indique que le traitement tertiaire, suivi d'une chloration des eaux usées de ces deux municipalités, réduirait de 64% les charges en phosphore de la rivière Bécancour enregistrées à W2 engendrant une amélioration de l'état de ce cours d'eau au point de vue quantité de matières nutritives. De plus de tels traitements amélioreraient la qualité bactériologique, facteur dont le modèle ne tient pas compte.

En ce qui concerne l'apport en matières nutritives au niveau du lac William (W3), les traitements de Thetford Mines et Black Lake ne diminueraient que de 37% les charges en phosphore. A ce niveau les apports proviennent de sources diffuses difficilement traitables qui, situées en amont de

Figure: 2



W3, diminuent l'effet bénéfique des traitements des deux municipalités. Ces phénomènes de remise en solution des matières nutritives de l'étang de Stater Pond et du lac à la Truite demandent à être étudiés pour que des correctifs leur soient apportés, sans quoi les charges en phosphore entrant dans le lac William continueront d'être suffisantes pour y provoquer des fleurs d'eau.

C) Etude des apports en D.B.O.

- 1) influence des rejets de Bernierville déversés après traitement primaire sur la D.B.O. au niveau de l'entrée du lac Joseph

Nous enregistrons une baisse de 38% de la D.B.O. entre les stations W3 et W4 due à une dégradation de la matière organique dans le lac William. La charge moyenne actuelle de D.B.O. enregistrée à la sortie du lac William est de 3351.4 kg/jr. L'apport de Bernierville avec déversement au niveau de W4 et calculé d'après l'estimation d'apport de .18 lb de D.B.O. /pers-jr serait de :

charge de W4 - (62% des charges de Bernierville) + 90% des charges de Bernierville.

ce qui équivaut à une augmentation de 2.0% de la D.B.O. à l'entrée du lac Joseph.

Nous avons calculé, pour le débit moyen annuel et pour le plus bas débit de l'année hydrologique 75-76, le pourcentage de demande biologique en oxygène de Bernierville par rapport à l'oxygène disponible à la sortie du lac William. Ce rapport qui est en moyenne de l'ordre de 1.34% atteint 14.34% en période d'étiage.

- 2) influence d'un traitement secondaire ou tertiaire sur la D.B.O. à l'entrée du lac Joseph

Qu'il s'agisse d'un traitement secondaire ou tertiaire on peut estimer à 90% l'enlèvement de la D.B.O. Dans le cas présent, un traitement des rejets de Bernierville avec canalisation au niveau de l'entrée du lac Joseph engendrerait donc une diminution calculée d'après l'équation suivante :

$W_4 - (68\% \text{ des charges de Bernierville}) + (10\% \text{ des charges de Bernierville})$

ce qui équivaut à une baisse de 4.2% de la D.B.O.

## CONCLUSIONS

### A) Situation géographique des lacs William et Joseph

1. Les lacs William et Joseph sont alimentés principalement par la rivière Bécancour qui draine à ce niveau un territoire à caractère forestier et agricole. Elle a déjà reçu, à son entrée dans le lac William, des apports provenant de plusieurs municipalités dont celles de Thetford Mines et Black Lake.
2. La beauté du lac William est altérée périodiquement par la prolifération d'algues, phénomène typique aux lacs enrichis par des matières nutritives (azote et phosphore).
3. L'utilisation du lac William pour les sports telle la baignade est réduite due à la pollution bactériologique de ses eaux ainsi que par son apparence peu attirante lors des phénomènes de fleurs d'eau.
4. Les herbiers du lac William et principalement ceux du lac Joseph sont très utilisés pour le frai des brochets et des maskinongés.

5. Les spécialistes du Service de la Faune du ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche utilisent les frayères du lac Joseph comme point d'approvisionnement en oeufs de maskinongés pour l'ensemencement.

6. Les riverains des lacs William et Joseph ont su généralement conserver un couvert végétal permettant premièrement une protection des berges contre l'érosion et deuxièmement la fixation de matières nutritives provenant du drainage des sols. Les riverains devraient être encouragés à maintenir cette habitude. De plus, tout empiètement dans le lac pour fins de remplissage pour des travaux de routes devrait être défendu afin de ne pas occasionner une diminution des phénomènes d'épuration produits par la végétation naturelle des rives. Il conviendrait aussi de prévoir sur les rives des lacs William et Joseph, des espaces d'accès au public comme par exemple des terrains de pique-nique.

#### B) Qualité de l'eau des lacs William et Joseph

##### Aspects physico-chimiques

7. L'oxygène dissous dont la concentration moyenne est de 9.0 mg/l à l'entrée du lac William, diminue progressivement au

cours de la période du mois d'avril au mois d'août.

8. Les plus fortes concentrations de D.B.O. sont mesurées au niveau de Bernierville pour le lac William et du côté nord-est pour le lac Joseph au niveau de l'emplacement de plusieurs habitations.

9. Les valeurs de D.B.O.<sub>5</sub> mesurées au niveau de W4 représentent en moyenne 1.4% de l'oxygène disponible à cette station. En période d'étiage il atteint 14.4%.

10. Les lacs William et Joseph possédaient des eaux de pH neutres lors de la passe du 21-06-76. Les variations d'un pH neutre vers un pH alcalin enregistrées au cours de la période du mois d'avril au mois d'août aux stations permanentes W3 et W4 proviennent de l'activité photosynthétique des algues.

11. La valeur moyenne de la couleur vraie à l'entrée du lac William est de 40 unités et diminue progressivement pour atteindre 29 unités à l'entrée du lac Joseph. Dans les deux cas ces valeurs dépassent l'objectif de 15 unités de couleur vraie fixé pour l'utilisation des eaux à des fins récréatives.

12. La diminution de la turbidité indique une sédimentation au niveau du lac William.

13. Les valeurs mesurées de turbidité s'insèrent dans les normes (25 J.T.U.) acceptables pour la vie aquatique.

14. L'alcalinité de l'eau du lac William permet de classer le milieu parmi ceux à productivité moyennement élevée.

15. Les variations spatio-temporelles de l'alcalinité sont très faibles ce qui est favorable à la vie aquatique.

16. Les concentrations en azote sous formes de nitrites et de nitrates correspondent à celles d'une eau d'excellente qualité.

17. La numération bactérienne des coliformes totaux et des coliformes d'origine fécale, indique la présence de rejets d'eaux usées au niveau de Bernierville et des riverains du lac William.

18. D'après une étude de la firme "Envirolab" (1974) 88.9% des fosses septiques des riverains du lac William sont inadéquates.

### Aspects biologiques

19. Au cours de la seconde passe (21-06-76) nous avons rencontré au lac William et principalement au lac Joseph des types d'algues formant des fleurs d'eau (bloom).

20. L'inventaire benthique nous a révélé la présence de certaines zones dans les lacs William et Joseph où la qualité de l'eau peut-être considérée comme douteuse de par la dominance des Oligochètes et des Chironomides. Parmi ces zones nommons pour le lac William celles immédiatement en aval de Bernierville ainsi que sa rive est. Le lac Joseph pour sa part présente une zone détériorée au niveau de la zone nord-est.

21. Les tests de fertilité réalisés aux stations permanentes démontrent que :

i) au niveau de Thetford Mines (W1) les charges en substances nutritives sont tellement importantes qu'on ne peut distinguer (quel est de l'azote ou du phosphore) le facteur limitant.

ii) pour W2, W3 et W4 le phosphore est le facteur limitatif primaire.

iii) la station W1 se situe dans un milieu de productivité extrêmement élevée tandis que W2, W3 et W4 appartiennent

à des milieux de production modérément élevée.

iv) d'après la classification de Green, Maloney et Miller 1974, le lac William est méso-eutrophe.

v) les potentiels de fertilité théorique n'indiquent aucune toxicité aux stations permanentes.

### C) Apports

#### En phosphore

22. Les temps de rétention des lacs William et Joseph sont très courts, principalement dans le cas du lac Joseph, il est de 1.7 jour. Ce lac répond donc plus aux caractéristiques d'une rivière qu'à celles d'un lac.

23. Le modèle III de Dillon nous indique que le lac William se dirige vers un état eutrophe.

24. L'augmentation de charge en phosphore produite par Bernierville dans le lac William ne représente que 6.6% des charges mesurées à l'entrée de ce lac.

25. Entre Thetford Mines (W1) et W2 une assimilation phytoplanctonique ou un phénomène de sédimentation de la rivière

Bécancour enlève 35% des apports en phosphore.

26. Entre W2 et W3 nous enregistrons une augmentation de 42% des charges en phosphore. La remise en solution du phosphore semble se faire au niveau du lac à la Truite et de l'étang "Stater Pond". Ce dernier est constitué de terres inondées formant une source potentielle en matières nutritives très importante qu'il faudrait étudier plus en détail afin d'y apporter les correctifs spécifiques permettant de diminuer les charges en phosphore entrant dans le lac William.

27. Au lac William entre l'entrée et la sortie, un captage de 55% du phosphore se traduit entre autre dans le lac par la formation de fleurs d'eau.

28. La canalisation des rejets des eaux usées de Bernierville à la sortie du lac William se traduit par une baisse de la charge en phosphore de 6.6% pour le lac William.

29a) Un traitement primaire ou secondaire des eaux usées de Bernierville avec rejets au niveau de la sortie du lac William (charge du lac Joseph) constituerait une augmentation de la charge en phosphore du lac Joseph équivalant à 8% de sa charge actuelle.

b) Tandis qu'un traitement tertiaire des eaux usées de Bernierville avec rejets au même niveau réduirait de 5% la charge actuelle en phosphore du lac Joseph.

Compte tenu des recommandations 28 et 29, il y aurait lieu plutôt que d'investir des efforts dans l'implantation d'un type de traitement coûteux qui ne résoudrait pas le problème d'eutrophisation du lac William, d'envisager la collection des eaux usées de Bernierville et des résidences bordières de la rive ouest. Ces eaux usées pourraient être déversées soit dans le lac William, soit à la sortie de celui-ci, après avoir subi, dans les deux cas, un traitement primaire et une chloration pendant la saison estivale. Les résidences bordières, ne pouvant être intégrées à ce réseau, devraient se prémunir de fosses septiques adéquates. Ces mesures redonneraient au lac William une qualité bactériologique permettant son utilisation à des fins récréatives.

30. L'évaluation théorique du modèle III de Dillon en posant comme hypothèse le traitement tertiaire des eaux usées des municipalités de Thetford Mines et Black Lake permet d'estimer que la réduction des charges en phosphore sera de 64% en W2 et de 37% en W3, soit à l'entrée du lac William.

31. Le traitement tertiaire suivi d'une chloration des rejets des municipalités de Thetford Mines et Black Lake améliorerait la qualité de la rivière Bécancour et, diminuerait les charges en phosphore entrant dans le lac William. Cependant cette mesure, pour avoir l'effet désiré, devrait être réalisée après l'étude et la mise en opération des correctifs concernant la diminution des apports de phosphore provenant de l'étang "Stater Pond".

32. Les rejets de Bernierville déversés, après traitement primaire, au niveau du lac Joseph constitueraient pour celui-ci une augmentation de charge en D.B.O. équivalant à 2% de sa charge actuelle.

33. Un traitement secondaire ou tertiaire des eaux usées de Bernierville avec déversement à l'entrée du lac Joseph réduirait de 4% la charge en D.B.O.

34. Bref, contrairement aux conclusions de l'étude de la firme Envirolab 1972, 1974, l'étude des charges en phosphore et en D.B.O. démontre que les apports de Bernierville et des riverains constituent des charges marginales; les charges de phosphore et de D.B.O. les plus importantes proviennent du

tronçon de la rivière Bécancour situé en amont du lac William et particulièrement au niveau de l'étang de "Stater Pond" et du lac à la Truite.

BIBLIOGRAPHIE

- Campbell, P.G., Meybeck, M., Tessier, A. 1974  
Planification de l'Acquisition des Données, Tome 1.  
Relations entre l'utilisation de la Ressource Eau et  
sa Qualité. Ministère des Richesses naturelles; Servi-  
ce Qualité des Eaux; Gouvernement du Québec
- Dillon, P.J., 1974  
The Application of the Phosphorus Loading Concept to  
eutrophisation research. N.R.C. Associate Committee  
on Scientific Criteria for Environmental Quality. Cana-  
da Center for Inland Waters, Environment Canada Burling-  
ton; Ontario. 42 pages
- Envirolab, 1972  
Etude de la qualité de l'eau. Lac William, Côté Mégantic.  
Vol. 1, Ministère des Affaires municipales. 117 pages
- Envirolab, 1974  
Etude de la qualité de l'eau - Lac William, Côté Mégantic  
Vol. 2, Ministère des Affaires municipales. 103 pages
- Gonthier, Serge, 1976  
Communication orale  
Service de l'aménagement de la Faune, Sherbrooke

Miller, W.E., Maloney, T.E., Green, J.C., 1974

Algal Productivity in 49 Lakes Waters as Determined by  
Algal Assays. Water Research 8, 667 - 679

Keighan, E., Couture, P., 1975

Caractérisation de la qualité des eaux du bassin du  
fleuve St-Laurent à l'aide d'un test biologique (Poten-  
tiel de fertilité). Colloque sur le Fleuve St-Laurent  
10 pages.

REFERENCES UTILISEES POUR L'IDENTIFICATION DES ORGANISMES

A) Phytoplankton

- Bourrelly, P. : "Les algues d'eau douce". Publié par N. Boubée & Cie, Paris, 1968
- Prescott, G. W. : Algae of the Western Great Lake Area  
Publié par W.M.C. Brown Co, New York, 1973
- Smith, G. M. : The Fresh-Water Algae of the United States  
Publié par Mc Graw Hill Book Co, New York, 1950

B) Benthos

- Benthinck, W.C., Chandler, G.H. et al. : Aquatic Insects of California, Publié par Robert L. Usinger, London, England, 1956
- Ward, B.D.; Whipple, C.G. : Fresh-Water Biology  
Publié par W.T. Edmondson, New York, 1959
- Pennak, Robert, W. : Fresh-Water Invertebrates of the United States, Publié par Ronald Press Company, New York 1953



L'ÉDITEUR OFFICIEL DU QUÉBEC  
SERVICE DE LA REPROGRAPHIE  
Août 1977